

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-78578

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 23/12

B 22 F 3/14

C 22 C 1/04

A

H 01 L 23/ 12

J

B 22 F 3/ 14

P

審査請求 未請求 請求項の数 5 FD (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-239694

(22)出願日

平成6年(1994)9月8日

(71)出願人 000180070

山陽特殊製鋼株式会社

兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地

(71)出願人 000220103

東京タンクスステン株式会社

東京都台東区東上野五丁目24番8号

(72)発明者 磯本辰郎

兵庫県姫路市飾磨区中島3007 山陽特殊製
鋼株式会社技術研究所内

(72)発明者 木田忠伯

兵庫県姫路市飾磨区中島3007 山陽特殊製
鋼株式会社技術研究所内

(74)代理人 弁理士 後藤洋介 (外2名)

最終頁に続く

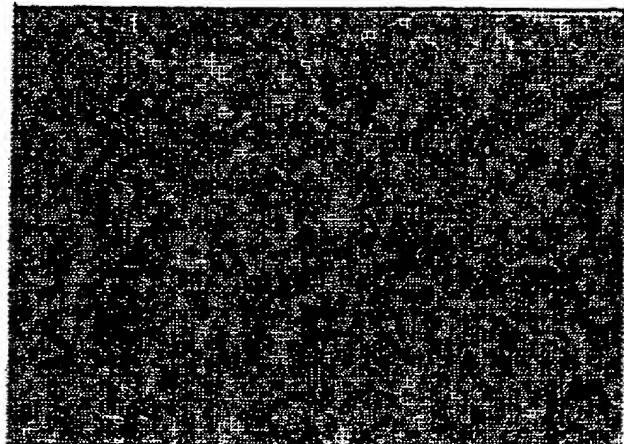
(54)【発明の名称】 放熱基板用材料及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 半導体パッケージに使用される特性を満たすとともに、安価で製造し易く大量生産に適するCuとMoとからなる放熱基板材料とその製造方法とを提供すること。

【構成】 半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料において、粉末冶金による銅とモリブデンとの焼結複合材からなり、熱間押出して密度比が99.8%以上、熱伝導率が200W/m·K以上である。この放熱基板用材料を製造するには、銅粉末とモリブデン粉末とを混合し、冷間静水圧プレスし、焼結した後、熱間押し出し、圧延して密度比99.8%以上、熱伝導率200W/m·K以上の特性を有する複合材を得る。

図面代用写真



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料において、粉末冶金による銅とモリブデンとの焼結複合材からなり、熱間押出して密度比が99.8%以上、熱伝導率が200W/m·K以上であることを特徴とする放熱基板用材料。

【請求項2】 半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料において、粉末冶金による銅とモリブデンとの焼結複合材からなり、熱間押出して良好な圧延性と、99.8%以上の密度比とを有することを特徴とする放熱基板用材料。

【請求項3】 半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料を製造する方法において、銅粉末とモリブデン粉末とを混合し、冷間静水圧プレスし、焼結した後、焼結体をカプセルに挿入して熱間押出し、圧延して密度比99.8%以上、熱伝導率200W/m·K以上の特性を有する複合材を得ることを特徴とする放熱基板用材料の製造方法。

【請求項4】 請求項3記載の放熱基板用材料の製造方法において、焼結によって対理論密度比90%以上の焼結体とした後、前記焼結体をカプセルに挿入することで熱間押出し、圧延することを特徴とする放熱基板用材料の製造方法。

【請求項5】 半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料を製造する方法において、銅粉末とモリブデン粉末とを含む混合粉末を冷間静水圧プレスし、焼結し、熱間押出し、圧延して良好な圧延性と99.8%以上の密度比とを有する複合材を得ることを特徴とする放熱基板用材料の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子を収容する半導体パッケージに用いられる放熱基板用材料とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体素子を収容する半導体パッケージが用いられている。この半導体パッケージには、セラミックパッケージとプラスチックパッケージとがあり、また、半導体素子から発生する熱を放散する為に放熱基板が用いられている。この放熱基板は、高い熱伝導性を有することが必要とされている。具体的には、半導体パッケージの内、セラミックパッケージにおいては、高精度な特性が求められ、多くの場合、半導体素子はアルミニナ基板に接合・搭載されるため、ここに組み込まれる放熱基板は熱伝導性に優れ、熱膨張率も半導体素子材料であるSiやGaAsに近く、また、セラミックス構成材とも熱膨張の整合が良好であるように、熱膨張係数が $6 \sim 8 \times 10^{-6}/\text{°C}$ の材料が求められている。

【0003】 現在、半導体素子を搭載するパッケージの多くは、前記したようなセラミックパッケージではな

く、プラスチックパッケージで有り、このプラスチックパッケージに用いられる放熱基板は、大方銅である。しかし、放熱基板のサイズを大きくしたり、少しでも熱膨張をパッケージ構成材料や半導体素子材料に近づけ、信頼性も合わせ持つようにするには、熱膨張率 $9 \sim 16 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 、とりわけ $10 \sim 12 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 程に設定する必要がある。但し、この時の熱伝導率は少なくとも $200\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 以上であることが要求される。

【0004】 さらに、セラミックパッケージといえども、コストを低減することが重要であるため、設計上矩形形状でないもの（即ち、ここでは、異形形状と呼ぶ）をプレス加工だけによって形成することも考えられる。この場合、パッケージと半導体素子との熱膨張率が多少食い違っても、接合のろう材・樹脂等の工夫で組み立てる事も考えられる。

【0005】 以上の事を言い換えると、プラスチックパッケージにおいては、 $\kappa > 200\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ （但し α ：熱膨張率、 κ ：熱伝導率）でプレス加工が可能であり、バルクにボアもなく均一性の良好な材料で、 α は $9 \sim 16 \times 10^{-6}/\text{°C}$ に調節可能なもののが要求され、又、他方セラミックパッケージにおいては、 α は $8 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下で $\kappa > 150\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ （Moでは、 $143\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ）を有し、圧延、プレス加工の可能なものが要求ざれるという事になる。

【0006】 ところで、従来の放熱基板の多くは溶浸法で作られた銅-タングステン（Cu-W）について検討が成されてきている。しかし、このCu-W材料により作製された放熱基板は、W自体の加工性の悪さに加え、W同士が結合しているため加工性が劣るために、形状が平板状（矩形）である場合には作製が容易であるが、平板状でない形状（以下、異形と呼ぶ）には製造が困難であった。

【0007】 また、Cu-W材料は、コストについて鑑みれば、プレス加工、例えば、打ち抜き、段付き、曲げ加工、等ができないので、量産品として取り扱うことができない。

【0008】 そこで、銅とモリブデンとの組み合わせによる複合材料を用いることが考えられる。この複合材料は、 α 、 κ が銅 $37 \sim 38\text{wt\%}$ 以上含有すれば $\alpha > 9 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 、 $\kappa > 200\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ となる。しかし、銅の含有量がこれ以下である場合には、圧延性が著しく低下し、従来の技術ではプレス加工もできない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前述したように半導体素子を搭載するパッケージにおいて、放熱基板は極めて重要な役割を果たしている。集積度が増加するにつれ素子から発生する熱量は増大し、又、1個のパッケージ内に2個以上の素子を搭載する必要性から、実質的に大型化される傾向もある。このように、パッケージの設計仕様にマッチした放熱基板が求められている。

この放熱基板用材料として、銅とモリブデンとの複合材が考えられる。銅とモリブデンとの複合材を製造するには、Cu-Wと同様に、溶浸法、銅・モリブデンそれぞれの板をクラッドにする方法、粉末混合・焼結法等が検討されてきている。しかし、いかにコストを抑え、ボア等欠陥のない圧延、プレス加工性の良い材料を得るかが課題である。

【0010】上述の従来法のなかで、溶浸法を用いた場合には、モリブデン同士の結合がある為加工性が劣るという欠点がある。また、クラッド法によるクラッド材は、2層あるいは3層の構造になっている為、接合強度に対する不安や外皮に積層部の出ている部分のめつき安定性に不安が残る。そして、粉末混合・焼結の方法は適切な条件下では、安全緻密化は可能であるが、コスト的に高くなり、また、銅の含有量により圧延可能範囲が著しく限定される。特に、モリブデンに銅30wt%程度(およそ α 7.5×10⁻⁴/℃, κ 195W/m·K)では、素材厚みは6mmが限界であった。

【0011】さらに、一般に、板形状が多い放熱基板材料の板面での均一性を保持し、圧延コストの高揚を抑えるには、素材厚みの増大は重要な課題であるが、大量産に適したプロセス開発が不充分であった。

【0012】そこで、本発明の技術的課題は、半導体パッケージに使用される特性を満たすとともに、安価で製造し易く大量生産に適するCu-Moとの複合材からなる放熱基板材料とその製造方法とを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料において、粉末冶金による銅とモリブデンとの焼結複合材からなり、熱間押出して密度比が99.8%以上、熱伝導率が200W/m·K以上であることを特徴とする放熱基板用材料が得られる。

【0014】本発明によれば、半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料において、粉末冶金による銅とモリブデンとの焼結複合材からなり、熱間押出して良好な圧延性と、99.8%以上の密度比とを有することを特徴とする放熱基板用材料が得られる。ここで、本発明において、良好な圧延性とは、圧延性が15%以上向上したことを呼ぶ。

【0015】本発明によれば、半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料を製造する方法において、銅粉末とモリブデン粉末とを混合し、冷間静水圧プレスし、焼結した後、この焼結体をカプセルに挿入して熱間押出し、圧延して密度比99.8%以上、熱伝導率200W/m·K以上の特性を有する複合材を得ることを特徴とする放熱基板用材料の製造方法が得られる。

【0016】本発明によれば、前記放熱基板用材料の製

造方法において、焼結によって対理論密度比90%以上の焼結体とした後、前記焼結体をカプセルに挿入することなしで熱間押出し、圧延することを特徴とする放熱基板用材料の製造方法が得られる。

【0017】本発明によれば、半導体素子を搭載するパッケージに用いられる放熱基板用材料を製造する方法において、銅粉末とモリブデン粉末とを含む混合粉末を冷間静水圧プレスし、焼結し、熱間押出し、圧延して良好な圧延性と99.8%以上の密度比とを有する複合材を得ることを特徴とする放熱基板用材料の製造方法が得られる。ここで、本発明において、良好な圧延性とは、圧延性が15%以上向上したものと呼ぶ。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0019】図1乃至図4は本発明の実施例に係る放熱基板用材料の形状を示す図である。

【0020】図1に示す例では、板状の放熱基板用材料1の4つの角部2に夫々Rが施されている。また、図2に示す例では、図1の例よりのやや細長く放熱基板用材料5の4つの角部6に夫々Rが施されている。また、両側からU字状の切り欠きが形成されている。図3(a)の正面図及び(b)の平面図に夫々示す例においては、放熱基板用材料10は略正方形で、中心より図においてやや左方にずれた位置に4角の台状の突出部11が形成されている。図4(a)の正面図及び(b)の平面図に示す例においては、平面の外形は図3に示す例と同様であるが、放熱基板用材料15の中心部に4角の窪み16が形成されている。

【0021】図1乃至図4に示した本発明の実施例に係る放熱基板用材料の製造方法について説明する。まず、銅・モリブデンの混合粉末のままカプセルに入れ真空脱ガス後密閉し、冷間静水圧プレス(以下、CIPと呼ぶ)した後、カプセルのまま焼結し、熱間押出する事でほぼ緻密化した均一材料を得る。具体的には、カプセルは軟鋼からなり、このカプセル内に密閉した材料は、4トン/cm²でCIP処理され、1000°C×2Hr加熱焼結された後、直ちに押出比4以上、望ましくは押出比6以上で熱間押出される。

【0022】ここで、熱間押出の技術は古くから研究されており、一般には緻密な素材を熱間押出により長尺な棒、パイプを大量産に安定、低廉に行う事のできるものである。また、本発明の実施例において、押出比とは(カプセル径)²/(押出孔径)²を言い、押出比の大きい程、所要押出力も大きい。

【0023】熱間押出の後、カプセルを切削で除去し、熱間圧延が施される。ここで圧延中に、材料の温度が下がれば水素雰囲気加熱炉に投入され加熱しつつ圧延され板形状に加工していく。熱間押出では、銅含有量40wt%以上のものも、極めて容易にほぼ任意厚さに押出し

可能であり、銅含有量の少ない所でも微細分散組織であるため、圧延可能範囲を大きく拡大できる結果が得られた。

【0024】図5は本発明の実施例に係る放熱基板用材料の押出比と圧延後の密度比を示す図である。図示のように、Cu-Mo焼結体の圧延後の密度比（理論密度に対する百分率）は品質の安定性、物性上99.8%以上が望ましいが、押出比6以上であればCu 20wt%までが密度比99.8%以上である。

【0025】ここで、今までに、粉末混合・焼結による銅-モリブデン複合材料で熱膨張係数が、 $8 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下のものは得られていなかった。しかし、セラミックパッケージに供し易く（パッケージの設計上セラミックパッケージでもかなり大きい熱膨張係数のものを利用する場合もある）、熱伝導率の良好な放熱材料が、圧延品で得られた事になる。（ $\kappa > 150 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ あれば汎用的には使用できる）とりもなおさず、この圧延品はプレス加工により、図1乃至4に示すような種々の異形形状品への加工も可能であり、量産に適した放熱材料と言える。

【0026】図6は本発明の実施例に係る放熱基板用材料のCuの質量（重量）%と焼結体の厚さとの関係を示す図である。また、比較のために、従来例に係る放熱基板用材料のCuの質量（重量）%と焼結体の厚さとの関係を図7に示している。図6及び図7の比較から、本発明の実施例に係る放熱基板用材料は圧延可能領域が広くなっていることがわかる。

【0027】また、本発明の実施例において、熱間押出前の密度比が90%以上あればカプセルなしでも、前述の加工条件で、同相当の材料の得られる事も判明した。この事実は熱間押出の処理プロセスを大幅に簡素化でき、熱間押出自体は軟鋼以外の表面被覆方法もあり、本発明は、以下に述べる具体例のみに限定されるものではない。

【0028】以下に本発明の実施例に係る放熱基板用材料の製造の具体例について説明する。

【0029】（実施例1）電解銅粉と金属モリブデン粉を合わせて50kg、銅含有量が60wt%となるように極めて充分混合し、軟鋼円筒カプセル（D310）に振動充填した後、カプセル蓋にとりつけた排気孔より真空脱気を行った。排気孔を溶融封入しCIPにて4ton/cm²で処理した後、加熱炉にて1000°C×2Hr. 加熱焼結をした。次いで押出ダイス径D50に、先の加熱焼結物を炉から取り出すやいなや押出比6にて熱間押出によりカプセルごと処理した。その後、カプセルを切削により剥離し、熱間圧延により厚み3mmまで圧延した後、冷間圧延を施した。

【0030】図1及び2に示す異形板体では厚み1m、図3及び4に示す異形板体ではそれぞれ1.5m

m、2mmとした後、プレスにより打ち抜き、図3及び4に示す形状を有するものについてはその後、段付き金型を有したものでプレス加工し仕上げた。図1乃至4に示される異形板体は、いずれも密度比は100%であり、熱伝導率238W/m·K、熱膨張率11.0×10⁻⁶/°Cとなり、放熱基板としては充分な性能を有することが判明した。

【0031】比較のために、従来の粉末混合・焼結方法によって、1000°C×2Hr.処理したものは少なくとも、密度比89%であり、1180×3Hr.処理しても、密度比は94%であった。

【0032】図8は本発明の実施例1による放熱基板用材料の金属組織を示す電子顕微鏡写真で、図9は比較のための上記従来法による放熱基板用材料の金属組織を示す電子顕微鏡写真である。図8及び図9の比較から、本発明の実施例1による放熱基板用材料では、押し出しのままで、ほぼ充分緻密化した組織となっており、粉末が微細に分散している様子が判る。さらに又、本発明の実施例1では、焼結助剤の添加なしで所望の特性が得られた事も実用上よい結果と言える。

【0033】（実施例2）次に本発明の実施例2について説明する。実施例2は、実施例1と同様の処理工程で以下の通り行われている。銅30wt%となる組成の電解銅粉末と金属モリブデン粉50kgを実施例と同じ処理工程を施した材料を用いて打ち抜きプレスにより、図1及び図2に示す形状に成形した。成形品は、割れ、欠けもなく良好であった。いずれの成形品も、密度比は99.9%でほぼ緻密化しており、熱伝導率185W/m·K、熱膨張率7.5×10⁻⁶/°Cであり、Al₂O₃を構成材料に用いたセラミックパッケージに用いる放熱基板として充分な性能を有していた。

【0034】比較のために、粉末混合・焼結により形成され密度比100%を達成した従来の銅-モリブデン複合材では、圧延はかなり困難で、1パスでの圧下量は0.1mm程度であったが、本発明品は0.3~0.4mmであり、素材板も従来6mmまでしかできなかつたものが、7.5mmまで可能になり、およそ圧延性が25%向上した。尚、実施例1同様に、実施例2においても銅量が減っても焼結助剤は不要であった。

【0035】（実施例3）銅40wt%の組成でモリブデン粉と、実施例1と同様極めて充分混合し、粉末成形プレスした後、1250°C×3Hr.で水素中で焼結した。密度比は92.8%だった。これを若干の凹凸を修正しカプセルに入れず、1000°C×2Hr.加熱後熱間押出をした所、割れもなく、良好なビレットが得られた。

【0036】これを熱間圧延、冷間圧延を施し厚さ1mにした所、密度比100%，熱伝導率223W/m·K、熱膨張率9.1×10⁻⁶/°Cが得られた。更に、実施例2と同様に圧下量を調べた結果、圧延性は18.8

%向上した。この事実は熱間押出工程のライン全てを用いずに熱間押出材料を得る事ができる為、原料の材料・材質構成が変わるものと所謂、多品種少量生産する場合、運用上有効な手段といえる。

【0037】加えて、本実施例3の圧延材料も放熱基板材料としてはプレス加工性にも耐え充分な性能を有していた。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、今までに熱膨張係数が $8 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下のものは得られないなかった粉末混合・焼結による銅モリ複合材料において、セラミックパッケージに供し易く（パッケージの設計上セラミックパッケージでもかなり大きい熱膨張係数のものを利用する場合もある）、熱伝導率の良好な放熱材料が、圧延品で得られる（ $\kappa > 150 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ あれば汎用的には使用できる）。また、この圧延品はプレス加工により、種々の異形状品への加工も可能であり、量産に適した放熱基板用材料が提供できる。

【0039】また、本発明において、熱間押出前の密度比が90%以上あればカプセルなしでも、所定の加工条件で、同相当の材料の得られ、熱間押出の処理プロセスを大幅に簡素化でき、熱間押出ラインの運用に極めて有効である基板材料の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放熱基板用材料の形状の一例を示す図 *

* である。

【図2】本発明の放熱基板用材料の形状のもう一つの例を示す図である。

【図3】(a)は本発明の放熱基板用材料の形状のさらにもう一つの例を示す正面図である。(b)は(a)の平面図である。

【図4】(a)は本発明の放熱基板用材料の形状の別の例を示す正面図である。(b)は(a)の平面図である。

10 【図5】本発明の実施例に係る放熱基板用材料の押出比と圧延後の密度比との関係を示す図である。

【図6】本発明の実施例に係る放熱基板用材料のCuの質量(重量)%と焼結体の厚さとの関係を示す図である。

【図7】従来例に係る放熱基板用材料のCuの質量(重量)%と焼結体の厚さとの関係を示す図である。

【図8】本発明の実施例1に係る放熱基板用材料の圧延前の金属組織を示す電子顕微鏡写真である。

【図9】従来例に係る放熱基板用材料の圧延前の金属組織を示す電子顕微鏡写真である。

【符号の説明】

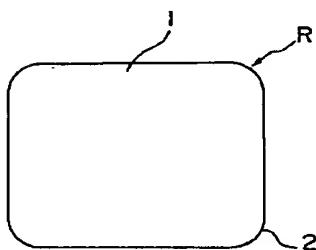
1, 5, 10, 15 放熱基板用材料

2, 6 角部

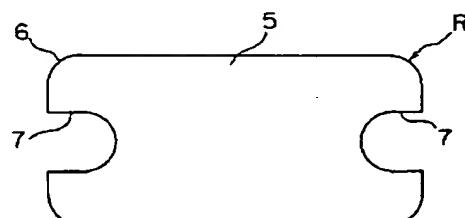
11 突出部

16 窪み

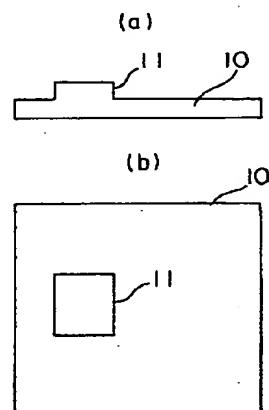
【図1】



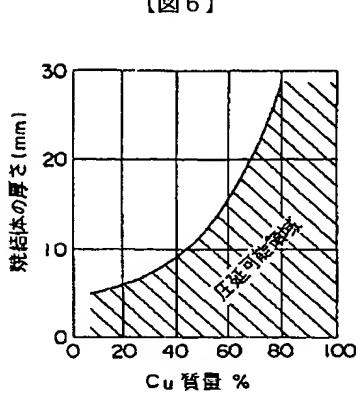
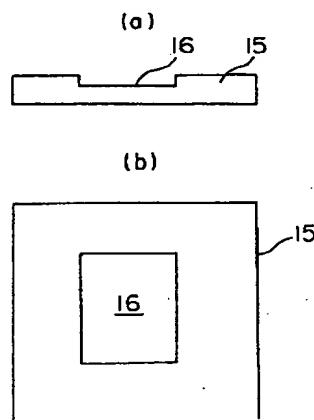
【図2】



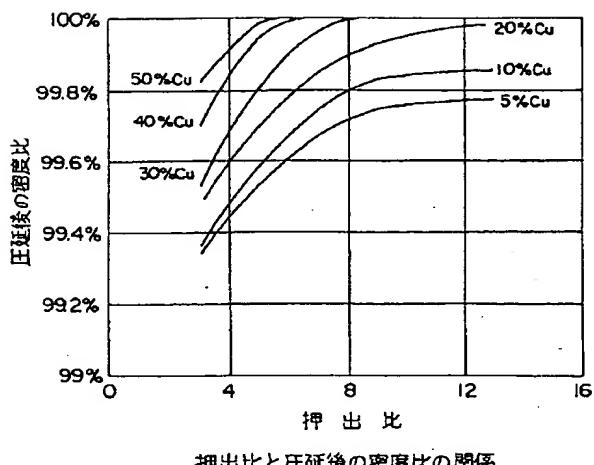
【図3】



【図4】

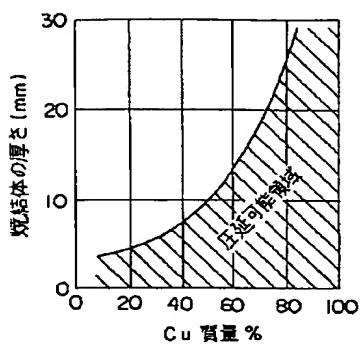


【図5】



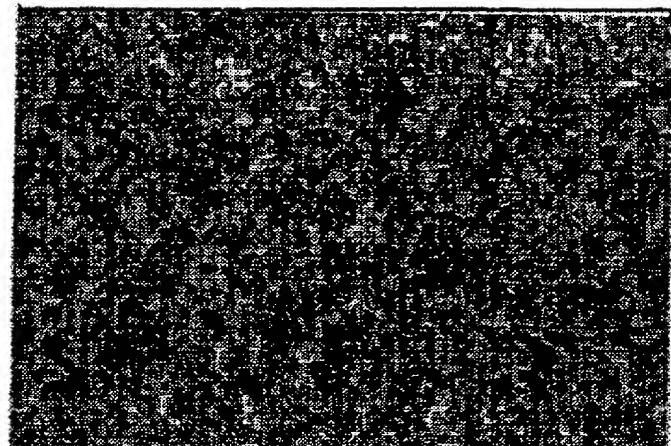
押出比と圧延後の密度比の関係

【図7】



【図8】

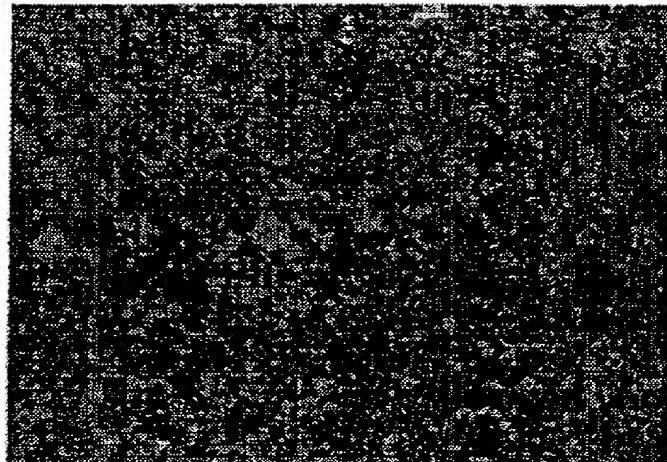
図面代用写真



(X100)

【図9】

顕微鏡写真



(X100)

フロントページの続き

(51) Int.Cl. C 22 C H 01 L	識別記号 9/00 23/14	厅内整理番号 F I	技術表示箇所 M
(72) 発明者 阿部 源隆	兵庫県姫路市飾磨区中島3007 山陽特殊製 鋼株式会社技術研究所内	(72) 発明者 有川 正	富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タン グステン株式会社富山製作所内
(72) 発明者 市田 晃	富山県富山市岩瀬古志町2番地 東京タン グステン株式会社富山製作所内	(72) 発明者 土井 良彦	東京都台東区東上野五丁目24番8号 東京 タンクスチーン株式会社内